



## **Optimalisasi Waktu dan Biaya Proyek Pembangunan Firewood Pabrik Pengering Jagung**

**Kalsum R. Suhani<sup>1</sup>, Debby Willar<sup>2</sup>, Novatus Senduk<sup>3</sup>, Donny R. J. Taju<sup>4</sup>**

Konstruksi Bangunan Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado<sup>1,2,3,4</sup>

E-mail: [kalsum.suhani@sipil.polimdo.ac.id](mailto:kalsum.suhani@sipil.polimdo.ac.id)

### **Abstrak**

*Proyek pembangunan Firewood Pabrik Pengering Jagung yang berlokasi di Kabupaten Bolaang Mongondow, Provinsi Sulawesi Utara mengalami keterlambatan dalam tahap pembangunan dari waktu rencana 91 hari telah menjadi 112 hari. Penelitian ini bertujuan menganalisis kembali waktu pelaksanaan proyek apabila dipercepat dan dampaknya pada biaya pelaksanaan, sebagai salah satu solusi untuk menanggulangi keterlambatan waktu penyelesaian proyek tersebut. Pengumpulan data lapangan dengan metode observasi langsung di lokasi proyek, dan analisis data menggunakan metode Crash Program. Analisis data menghasilkan total waktu yang dipercepat dengan tambahan tiga jam kerja lembur pada pekerjaan-pekerjaan kritis yaitu, total waktu proyek yang dipercepat menjadi 97 hari dengan total biaya sebesar Rp. 3.272.322.829,49, jika dipercepat menjadi 96 hari total biaya sejumlah Rp. 3.272.420.796,44, sedangkan jika dipersingkat menjadi 91 hari total biaya proyek menjadi Rp. 3.291.041.560,00; total biaya yang dipercepat lebih kurang dari total biaya waktu normal yaitu Rp. 3.325.265.717,41. Percepatan waktu proyek menggunakan metode Crash Program menjadikan biaya langsung proyek bertambah, namun biaya tidak langsung menjadi berkurang karena total waktu proyek menjadi lebih singkat. Percepatan waktu proyek bermanfaat menghindari keterlambatan waktu pelaksanaan pekerjaan-pekerjaan kritis, sekaligus dapat menurunkan total biaya pelaksanaan pembangunan. Percepatan waktu pada proyek pembangunan Firewood Pabrik Pengering Jagung menghasilkan waktu optimum 97 hari dengan total biaya proyek Rp. 3.272.322.829,49.*

**Kata kunci**—percepatan waktu proyek, crash program, biaya optimum.

### **1. PENDAHULUAN**

Pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi sering terkendala oleh terlambatnya waktu pelaksanaan pekerjaan (Pengemanan dkk., 2023). Pelaksanaan proyek yang terlambat selain mengakibatkan kerugian bagi para penyelenggara (pemilik dan pelaksana pembangunan), juga dapat menambah biaya proyek sehingga berpotensi pada tidak tercapainya spesifikasi dan standar mutu produk konstruksi yang dibangun (Nardiansyah dan Intansari, 2022). Keterlambatan pekerjaan proyek dapat diantisipasi dengan mempercepat waktu pelaksanaan proyek agar kembali sesuai dengan target rencana. Salah satu cara untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah dengan memperpendek waktu rencana proyek yang normal (Novitasari, 2014). Proses percepatan ini dilakukan berulang-ulang sampai dicapai total waktu proyek yang tidak dapat dipercepat lagi atau telah mencapai waktu yang optimal (Haq dkk., 2019). Salah satu metode percepatan yang dapat digunakan ialah *Crash Program*. *Crash Program* adalah salah satu metode percepatan waktu penyelesaian proyek dengan memperpendek waktu kegiatan proyek yang berada di lintasan kritis yang berpengaruh terhadap total waktu penyelesaian proyek (Stefanus dkk., 2017; Priyo dan Paridi, 2018; Ervianto, 2023).

Penelitian lain yang menggunakan metode *Crash Program* untuk percepatan waktu pekerjaan proyek telah dilakukan pula oleh Anggraeni dkk. (2017), Malifa dkk. (2019), Arief dkk. (2021), Suseno (2021), dan Salasa dkk. (2023), dengan berbagai pilihan tindakan untuk mempercepat waktu pekerjaan, antara lain menambah jam kerja lembur, menambah jumlah tenaga kerja, dan kombinasi tambahan jam kerja dan tenaga kerja.

Penelitian ini bertujuan menganalisis percepatan waktu proyek pembangunan Firewood Pabrik Pengering Jagung yang berlokasi di Kabupaten Bolaang Mongondow dengan menggunakan metode *Crash Program*, dan alternatif penambahan waktu kerja selama tiga (3) jam lembur, dengan konsekuensi biaya yang paling optimal dan ekonomis. Manfaat hasil penelitian ini bagi pemilik proyek, konsultan perencanaan dan kontraktor pelaksana adalah sebagai referensi dalam mencegah atau menanggulangi keterlambatan waktu penyelesaian proyek, dan pengambilan keputusan untuk perencanaan dan pembangunan proyek konstruksi dengan waktu dan biaya pelaksanaan yang optimal. Penelitian ini memiliki keaslian dalam bidang ilmu Teknik Sipil Terapan yang menghasilkan alternatif percepatan waktu proyek dengan biaya yang optimal pada proyek Pembangunan Firewood Pabrik Pengering Jagung di Kabupaten Bolaang Mongondow di Provinsi Sulawesi Utara.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian observasi lapangan pada kegiatan proyek pembangunan Firewood Pabrik Pengering Jagung yang berlokasi di Kabupaten Bolaang Mongondow, Provinsi Sulawesi Utara, selama 4 bulan dari bulan Agustus sampai dengan Desember 2023. Keterlibatan tim peneliti melalui kegiatan pengamatan/ observasi langsung pada kegiatan suatu proyek, menurut Sugiyono (2013) merupakan metode yang efektif untuk pengumpulan data lapangan. Analisis data lapangan menggunakan langkah langkah metode *Crash Program* sebagai berikut: 1) menyiapkan data daftar pekerjaan dan menentukan hubungan ketergantungan antar pekerjaan; 2) menyusun jaringan kerja dan menentukan lintasan kritis serta mengidentifikasi *float* dari setiap pekerjaan; 3) menghitung produktivitas dan waktu normal penyelesaian proyek serta menghitung waktu yang dipercepat; 4) menghitung *slope* biaya setiap pekerjaan; 5) menentukan dan menghitung biaya tidak langsung; 6) mempersingkat kurun waktu pekerjaan, dimulai dari pekerjaan pada lintasan kritis yang mempunyai *slope* biaya terendah, bila dalam proses mempercepat waktu terbentuk jalur kritis baru, maka percepatan dilakukan pada kombinasi *slope* biaya terendah; 7) mempersingkat waktu pelaksanaan pekerjaan sampai tercapai titik proyek dapat dipersingkat; 8) menjumlahkan biaya langsung dan tidak langsung untuk menghitung biaya total sebelum dilakukan percepatan dan setelah dilakukan percepatan. Untuk mereduksi waktu pekerjaan pada proyek tersebut, alternatif yang dipilih adalah tambahan tiga (3) jam kerja lembur pada pekerjaan-pekerjaan kritis.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data mencakup langkah-langkah perhitungan dengan metode *Crash Program* sebagai berikut:

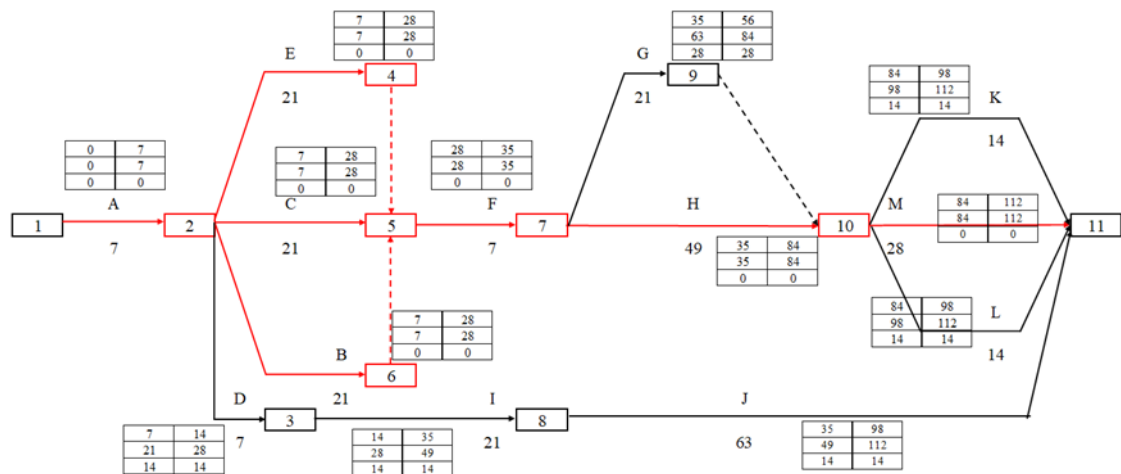
Langkah 1 menyiapkan data daftar pekerjaan proyek:

**Tabel 1.** Daftar pekerjaan proyek Pembangunan Firewood Pabrik Pengering Jagung

| Pekerjaan   | Kode | Predecessor | Successor  | Durasi (Hari) | Biaya (Rp)    |
|-------------|------|-------------|------------|---------------|---------------|
| Pendahuluan | A    | -           | B, C, D, E | 7             | 26.693.888,00 |

|                       |   |   |         |             |                  |
|-----------------------|---|---|---------|-------------|------------------|
| Pondasi               | B | A | -       | 21          | 248.619.562,77   |
| Sloof                 | C | A | F       | 21          | 228.447.044,53   |
| Pondasi Pasangan Batu | D | A | I       | 7           | 16.979.868,00    |
| Galian dan Timbunan   | E | A | -       | 21          | 24.748.996,44    |
| Kolom                 | F | C | G, H    | 7           | 40.969.299,67    |
| Ring Balok            | G | F | -       | 21          | 150.070.278,59   |
| Dinding               | H | F | K, L, M | 49          | 377.227.632,35   |
| Lantai                | I | D | J       | 21          | 544.643.307,73   |
| Struktur Baja         | J | I | -       | 63          | 1.128.860.576,36 |
| Pintu Jendela         | K | H | -       | 14          | 1.241.132,00     |
| Instalasi Listrik     | L | H | -       | 14          | 72.345.400,00    |
| Pengecetan            | M | H | -       | 28          | 30.688.420,00    |
|                       |   |   |         | Total biaya | 2.891.535.406,44 |

Langkah 2 menyusun jaringan kerja pekerjaan proyek dan menentukan jalur kritis (jalur yang berwarna merah):



Langkah 3 menganalisis dan menghitung waktu yang dipercepat:

Berikut ini contoh percepatan waktu pekerjaan pengecetan (kode M), dengan alternatif penambahan tiga (3) jam kerja lembur.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pekerjaan} &= 630,80 \text{ m}^2 \\
 \text{Jam kerja normal} &= 8 \text{ jam} \\
 \text{Jam kerja lembur} &= 3 \text{ jam} \\
 \text{Durasi normal} &= 28 \text{ hari} = 224 \text{ jam} \\
 \text{Produktivitas normal} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Durasi normal}} = \frac{630,80}{224} \\
 &= 2,82 \text{ m}^2/\text{jam} = 22,53 \text{ m}^2/\text{hari} \\
 \text{Produktivitas lembur} &= \text{Produktivitas per jam} \times \text{jam kerja lembur} \\
 &\quad \times \text{koefisien produktivitas lembur} \\
 &= 2,82 \text{ m}^2/\text{jam} \times 3 \times 70\% = 5,92 \text{ m}^2/\text{hari} \\
 \text{Produktivitas crash} &= \text{Produktivitas lembur} + \text{produktivitas normal} \\
 &= 5,92 \text{ m}^2/\text{hari} + 22,53 \text{ m}^2/\text{hari} = 28,45 \text{ m}^2/\text{hari} \\
 \text{Durasi crash} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas Crash}} = \frac{630,80}{28,45} = 22,17 \approx 23 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Langkah 4 menghitung *slope* biaya:

Berikut ini contoh perhitungan *slope* biaya pekerjaan pengecetan (kode M):

$$\begin{aligned}
\text{Volume pekerjaan} &= 630,80 \text{ m}^2 \\
\text{Durasi dipercepat} &= 23 \text{ hari} \\
\text{Normal cost} &= \text{Rp } 30.688.420,00 \\
\text{Produktivitas normal} &= 2,82 \text{ m}^2/\text{jam} = 22,53 \text{ m}^2/\text{hari} \\
\text{Biaya normal/jam} &= \text{Produktivitas per jam} \times \text{harga satuan} \\
&= 2,82 \text{ m}^2/\text{jam} \times \text{Rp } 48.650,00 = \text{Rp } 137.193,00/\text{jam} \\
\text{Biaya normal /hari} &= \text{Rp } 137.193,00 \times 8 = \text{Rp } 1.097.544,00/\text{hari} \\
\text{Biaya 3 jam lembur} &= (\text{Jam kerja lembur pertama} \times 1,5 \times \text{upah sejam normal}) + \\
&\quad (\text{jam kerja lembur berikutnya} \times 2 \times \text{upah sejam normal}) \\
&= (1 \times 1,5 \times \text{Rp } 137.193,00) + ((3 - 1) \times 2 \times \\
&\quad \text{Rp } 137.193,00) = \text{Rp } 754.561,50 \\
\text{Upah percepatan/hari} &= \frac{\text{Normal cost} + \text{biaya 3 jam lembur}}{\text{Durasi percepatan}} \\
&= \frac{\text{Rp } 30.688.420,00 + \text{Rp } 754.561,50}{23} \\
&= \text{Rp } 1.367.086,15/\text{hari} \\
\text{Biaya Percepatan} &= \text{Normal cost} + \text{upah percepatan/hari} \\
&= \text{Rp } 30.688.420,00 + \text{Rp } 1.367.086,15 = \text{Rp } 32.055.506,15 \\
\text{Cost Slope} &= \frac{\text{Crash cost} - \text{normal cost}}{\text{Normal duration} - \text{crash duration}} \\
&= \frac{(\text{Rp } 32.055.506,15 - \text{Rp } 30.688.420,00)}{(28 - 23)} = \text{Rp } 273.417,23
\end{aligned}$$

Langkah 5 menentukan dan menghitung biaya tidak langsung:

Berdasarkan Peraturan Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah Nomor 12 Tahun 2021 tentang Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah melalui Penyedia dan Perpres Nomor 70 Tahun 2012 Pasal 66 Ayat 8 tentang Pengadaan Barang dan Jasa, biaya *overhead* dan *profit* adalah 0,15 dari biaya langsung.

$$\begin{aligned}
\text{Biaya tidak langsung} &= 0,15 \times \text{biaya langsung} \\
&= 0,15 \times \text{Rp } 2.891.535.406,44 = \text{Rp } 433.730.311,00 \\
\text{Biaya tidak langsung/hari} &= \frac{\text{Biaya tidak langsung}}{\text{Durasi normal}} \\
&= \frac{\text{Rp } 433.730.311,00}{112} = \text{Rp } 3.872.592,06 \\
\text{Biaya total} &= \text{Biaya langsung} + \text{biaya tidak langsung} \\
&= \text{Rp } 2.891.535.406,44 + \text{Rp } 433.730.311,00 \\
&= \text{Rp } 3.325.265.717,44
\end{aligned}$$

Langkah 6 mempersingkat kurun waktu pekerjaan dimulai dari pekerjaan pada lintasan kritis yang mempunyai *slope* biaya terendah (hasil analisis lihat Tabel 2), dan langkah 7 serta langkah 8 mempersingkat waktu sampai tercapai titik proyek yang dapat dipersingkat, dan menghitung biaya total setelah dilakukan percepatan (hasil analisis lihat Tabel 3).

**Tabel 2.** Rekapitulasi waktu dan biaya sebelum dan sesudah percepatan pekerjaan kritis

| Kode    | Waktu Normal<br>(Hari) | Waktu Crash<br>(Hari) | Biaya Normal<br>(Rp) | Biaya Dipercepat<br>(Rp) | Slope Cost   | Float |
|---------|------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|--------------|-------|
| A       | 7                      | 6                     | 26.693.888,00        | 30.664.447,01            | 3.970.559,01 | 0     |
| B, C, E | 21                     | 17                    | 248.619.562,77       | 263.721.044,58           | 3.775.370,46 | 0     |
| D       | 7                      | 7                     | 16.979.868,00        | 16.979.868,00            | -            | 14    |
| F       | 7                      | 6                     | 40.969.299,67        | 48.469.608,67            | 7.500.309,00 | 0     |

|          |    |    |                  |                  |            |    |
|----------|----|----|------------------|------------------|------------|----|
| <b>G</b> | 21 | 21 | 150.070.278,59   | 150.070.278,59   | -          | 28 |
| <b>H</b> | 49 | 39 | 377.227.632,35   | 381.006.539,43   | 377.890,71 | 0  |
| <b>I</b> | 21 | 21 | 544.643.307,73   | 544.643.307,73   | -          | 14 |
| <b>J</b> | 63 | 63 | 1.128.860.576,36 | 1.128.860.576,36 | -          | 14 |
| <b>K</b> | 14 | 14 | 1.241.132,00     | 1.241.132,00     | -          | 14 |
| <b>L</b> | 14 | 14 | 72.345.400,00    | 72.345.400,00    | -          | 14 |
| <b>M</b> | 28 | 23 | 30.688.420,00    | 32.055.506,15    | 273.417,23 | 0  |

**Tabel 3.** Rekapitulasi waktu dan biaya percepatan pekerjaan

| <b>Kegiatan Dipercepat</b> | <b>Total Waktu Dipercepat (Hari)</b> | <b>Biaya Langsung (Rp)</b> | <b>Biaya Tidak Langsung (Rp)</b> | <b>Total Biaya (Rp)</b> |
|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| <b>Normal</b>              | 112                                  | 2.891.535.406,44           | 433.730.310,97                   | 3.325.265.717,41        |
| <b>M</b>                   | 107                                  | 2.892.902.492,59           | 414.367.350,42                   | 3.307.269.843,01        |
| <b>H</b>                   | <b>97</b>                            | <b>2.896.681.399,67</b>    | <b>375.641.429,82</b>            | <b>3.272.322.829,49</b> |
| <b>A</b>                   | <b>96</b>                            | <b>2.900.651.958,68</b>    | <b>371.768.837,76</b>            | <b>3.272.420.796,44</b> |
| <b>F</b>                   | 95                                   | 2.908.152.267,68           | 367.896.245,70                   | 3.276.048.513,38        |
| <b>B, C, E</b>             | 91                                   | 2.938.635.682,54           | 352.405.877,46                   | 3.291.041.560,00        |

Seperti terlihat pada Tabel 3, waktu normal pembangunan Firewood Pabrik Pengering Jagung adalah 112 hari dengan total biaya Rp. 3.325.265.717,41,-. Percepatan waktu pada pekerjaan H menghasilkan total waktu proyek 97 hari dengan total biaya pelaksanaan proyek terendah Rp. 3.272.322.829,49. Percepatan waktu proyek dilanjutkan pada pekerjaan A menghasilkan total waktu pelaksanaan 96 hari dengan total biaya pelaksanaan mulai meningkat menjadi 3.272.420.796,44. Jika percepatan waktu proyek terus dilakukan pada semua pekerjaan pada lintasan kritis, maka total waktu pelaksanaan proyek menjadi 91 hari dengan kenaikan biaya yang terus bertambah. Dengan demikian, total biaya yang ekonomis bersesuaian dengan waktu proyek mencapai 97 hari, dan total biaya yang optimal bersesuaian dengan waktu proyek 96 hari atau lebih cepat 16 hari dari waktu normal. Hasil analisis dan pembahasan penelitian ini mendukung penelitian Armalisa dkk. (2021), Sulasti dan Giatman (2022), dan Pangemanan dkk. (2023) tentang percepatan waktu proyek pada lintasan kritis, dan dengan menghasilkan biaya proyek yang optimum (Perwitasari dkk., 2021).

#### 4. KESIMPULAN

Mengambil studi lapangan proyek pembangunan Firewood Pabrik Pengering Jagung, percepatan waktu proyek dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Crash Program*, dan memilih teknik percepatan waktu kegiatan proyek dengan cara penambahan tiga (3) jam kerja lembur. Dari waktu normal 112 hari dengan total biaya Rp. 3.325.265.717,41, percepatan dapat dilakukan mencapai waktu proyek yang optimal 96 hari atau lebih cepat 16 hari dari waktu normal dengan biaya optimal Rp. 3.272.420.796,44. Total biaya proyek setelah percepatan kegiatan-kegiatan kritis menjadi lebih berkurang karena biaya tidak langsung menjadi lebih kecil, walaupun biaya langsung bertambah besar.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Jurusan Teknik Sipil dan Panitia PKL D-IV Prodi KBG Tahun 2023 yang telah mengkoordinir pelaksanaan PKL mahasiswa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, E.R., Hartono, W., dan Sugiyarto., (2017), Analisis percepatan proyek menggunakan metode *Crashing* dengan penambahan tenaga kerja dan *shift* kerja (studi kasus: proyek pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta), *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, Vol. 5 No. 2, hal. 605-614.
- Arief, R.A., Rafie, dan Syahrudin., (2021), Analisis *Crash Program* pada proyek rekonstruksi (penanganan longsor) ruas Sp. Sejiram-Nanga Tepuai, *Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, Vol. 8 No. 2, hal. 1-6.
- Armalisa, A., Triana, D., dan Sari, M.M., (2021), Metode *Crashing* terhadap penambahan jam kerja optimum pada proyek konstruksi, *Jurnal Teknik Sipil Universitas Serang Raya*, Vol 1 No.1, hal. 1-18.
- Ervianto, W.I., (2023), *Manajemen proyek konstruksi, Edisi terbaru*, CV. Andi Offset, Yogyakarta.
- Haq, S., Abadiyah, S., dan Dimastoro, P., (2019), Analisa optimalisasi waktu proyek dengan metode *Crash Program* pada proyek Rumah Sakit di kota Tangerang, *Structure Teknik Sipil*, Vol. 1 No. 1, hal. 1-6.
- Malifa, Y., Dundu, A.K.T., dan Malingkas, G.Y., (2019), Analisis percepatan waktu dan biaya proyek konstruksi menggunakan metode *Crashing* (studi kasus: pembangunan Rusun IAIN Manado), *Jurnal Sipil Statik*, Vol 7 No. 6, hal. 1-8.
- Nardiansyah, A., dan Intansari, D.W.A., (2022), Optimasi waktu dan biaya dengan metode *Crashing* pada proyek pembangunan Jalan Simp. 4 Kaliorang - Talisayan Kalimantan Timur, *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, Vol 4 No. 2, hal. 127-141.
- Pangemanan, D.D.G., Willar, D., Senduk, N., dan Tahulending, J., (2023), Percepatan waktu proyek rekonstruksi jalan dengan biaya optimal, *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, Vol. 5 No. 1, hal. 30-40.
- Perwitasari, D., Fahreza, A., dan Ririh, K.R., (2021), Analisis percepatan waktu proyek perumahan menggunakan metode PERT dan *Fast Track*, *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 7 No. 1, hal. 12-21.
- Priyo, M., dan Paridi, M.R.A., (2018), Studi optimasi waktu dan biaya dengan metode *Time Cost Trade Off* pada proyek konstruksi pembangunan gedung olah raga (GOR), *Semesta Teknika*, Vol. 21 No. 1, hal. 72-84.
- Salasa, B.S., Sari, D.P., Sudiby, A., dan Nur, A.R., (2023), Optimasi waktu dan biaya pelaksanaan proyek jalan dengan metode *Crash Program* (studi kasus pemeliharaan jalan Kecamatan Tenggarong Seberang dan Tenggarong), *Rekayasa Sipil*, Vol. 17 No 1, hal. 47-53.
- Stefanus, Y., Wijatmiko, I., dan Suryo, E.A., (2017), Analisis percepatan waktu penyelesaian proyek menggunakan metode *Fast-Track* dan *Crash Program*, *Media Teknik Sipil*, Vol 15 No. 1, hal. 74-81.
- Sugiono, (2013), *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*, Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Sulasti, E., dan Giatman, M., (2022), Tinjauan optimalisasi waktu dan biaya pada proyek konstruksi pembangunan gedung laboratorium Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang menggunakan software *Microsoft Project*, *Jurnal Applied Science in Civil Engineering*, Vol. 3 No. 1, pp. 7-12.

Suseno, B.R., Sari, S.N., dan Maulana, R., (2021), Analisis percepatan waktu penyelesaian proyek menggunakan metode *Crash Program* dengan penambahan jam kerja dan penerapan sistem kerja *shift*, *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVI Tahun 2021 (ReTII)*, Yogyakarta, 9 Nopember 2021.